

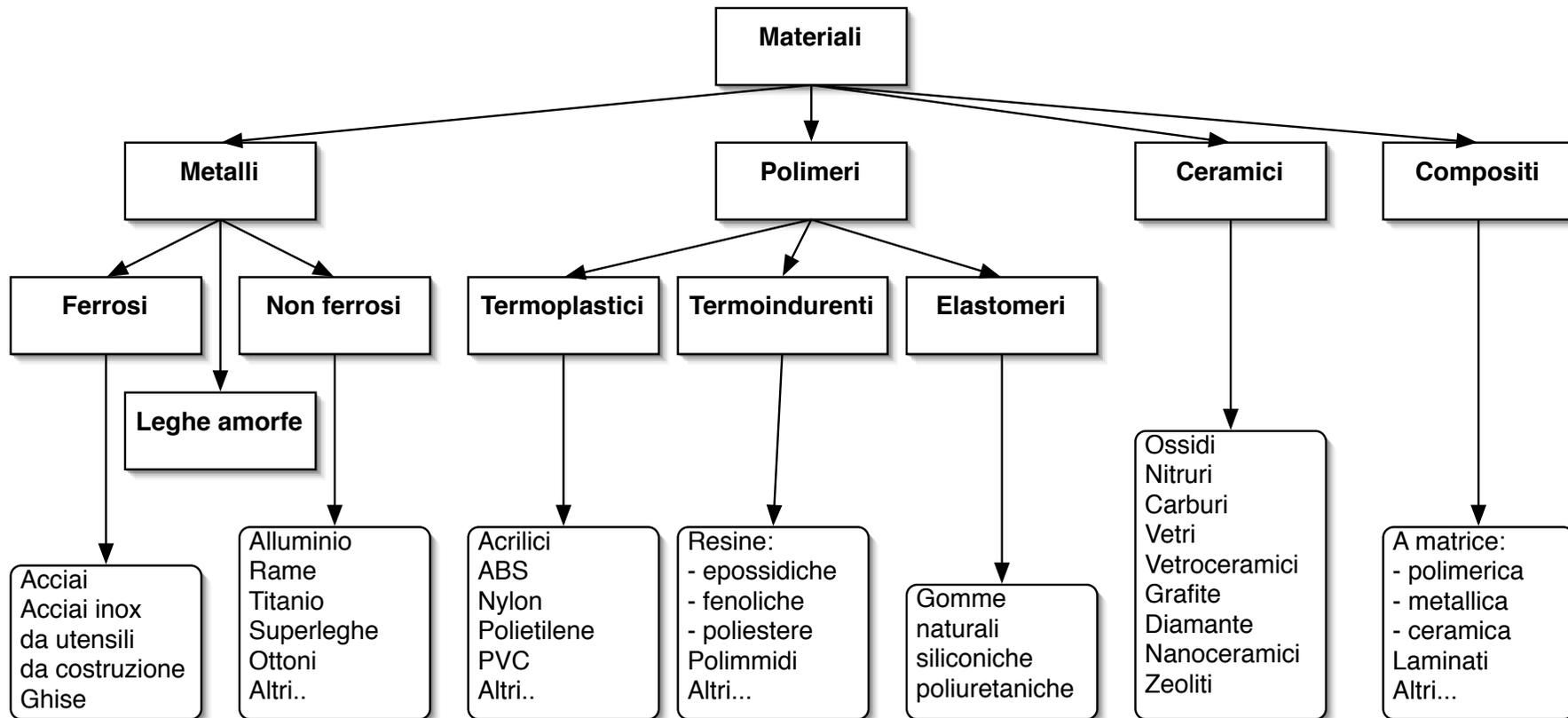
Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Introduzione, parte 2

- **Selezione dei Materiali**
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Selezione dei materiali: tipi



Nuovi materiali: nanomateriali, leghe a memoria di forma, leghe amorfe, intermetallici, superconduttori, etc.

Nella scelta dei materiali è importante....

- valutare:
 - proprietà del materiale
 - costi e disponibilità
 - vita del materiale e riciclabilità

Proprietà dei materiali

- Meccaniche:
 - resistenza (a rottura, a snervamento, a fatica, creep)
 - tenacità, duttilità
 - durezza
 - rigidità
- Proprietà fisiche:
 - densità (importante: prop. meccaniche/densità)
 - calore specifico
 - espansione e conducibilità termica
 - temperatura di fusione
- Proprietà elettriche e magnetiche
- Proprietà chimiche (ossidazione, corrosione, resistenza...)
- Lavorabilità (all'utensile, per colata, deformabilità, saldabilità, etc.)

Costi e disponibilità

- L'aspetto economico nella scelta dei materiali è importante quanto le sue proprietà
- Oltre al costo puro va valutata la disponibilità in semilavorati di dimensioni più vicine possibili al pezzo da fabbricare. Maggior differenza => maggior scarto e maggior lavorazione => maggior costo
- Verificare la disponibilità del materiale dal punto di vista strategico. Materiali provenienti da paesi stranieri, non stabili possono cambiare rapidamente il loro prezzo o non essere disponibili in certi periodi.

Vita utile del materiale e riciclo

- La vita utile di un pezzo è determinate da alcune caratteristiche del materiale in base al suo uso:
 - usura
 - corrosione/ossidazione (attn: accoppiamento materiali)
 - fatica
 - creep
 - stabilità dimensionale
- La possibilità di riciclare il/i materiale/i o gli scarti di produzione è di importanza crescente come lo smaltimento di eventuali prodotti tossici richiesti nel processo di fabbricazione.

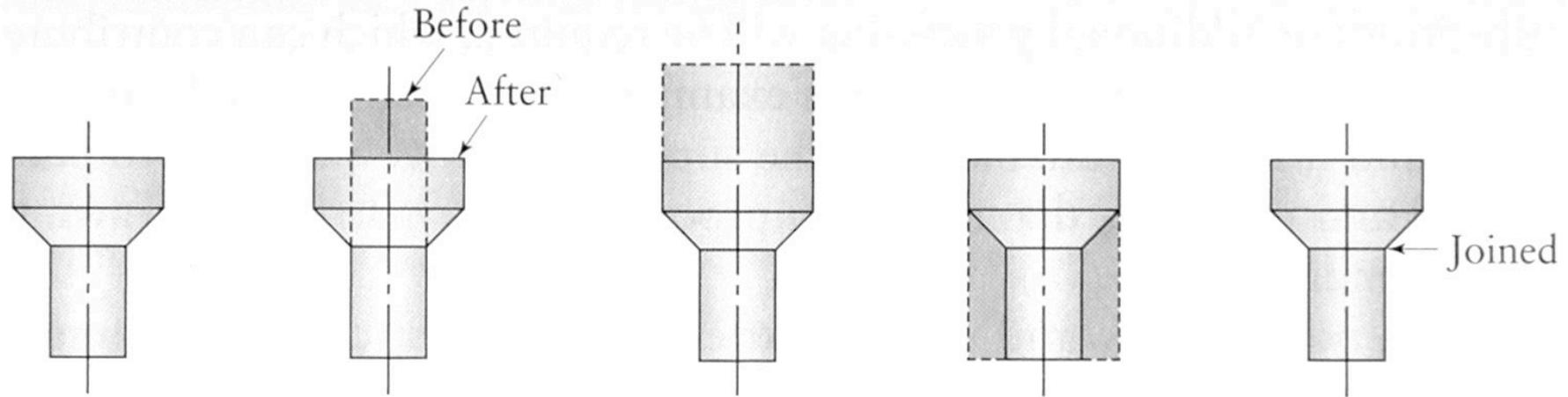
Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- **Selezione dei processi di lavorazione**
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Selezione dei processi di lavorazione

- A seconda del tipo di materiale e pezzo da realizzare si seleziona il metodo di lavorazione più adatto.
- I vari tipi di lavorazione si raggruppano in:
 - Fusione e colata: in stampi a perdere o permanenti
 - Formatura e deformazione: laminazione, forgiatura, estrusione, trafilatura, formatura in fogli, metallurgia delle polveri, stampaggio
 - Lavorazione all'utensile: tornitura, cavatura, foratura, fresatura, piallatura, abrasione, levigatura, ultrasuoni, elettroerosione, erosione chimica, laser etc.
 - Giunzioni: saldatura, brasatura, saldatura a stagno, per diffusione, incollaggio, giunzioni meccaniche
 - Finitura: affilatura, lappatura, brunitura, rimozione bave, trattamenti superficiali, rivestimenti, placcatura.

Esempio di possibili processi



- Colata in stampo
- Forgiatura
- Estrusione
- Lavorazione per asportazione
- Giunzione

Selezione dei processi di lavorazione, cont.

- Ci sono diversi fattori da considerare nella scelta dei processi in relazione ad un certo tipo di materiale:
 - la lavorazione può alterare le caratteristiche del materiale. Renderlo più duro (per deformazione), più fragile (per sforzi residui), alterarne l'omogeneità, le fasi e la loro distribuzione.
 - Il materiale e il processo vanno scelti in base alle caratteristiche di colabilità in stampi, formabilità, lavorabilità o saldabilità del materiale.
- Ad esempio ora si utilizzano tagli laser o ad acqua delle lamiere per non alterare le caratteristiche del materiale e aumentare la precisione.

Dimensioni e accuratezza dimensionale

- Dimensioni, complessità della forma e spessori sono quelli che hanno maggior peso nella scelta del processo.
- Processi differenti devono essere selezionati per MEMS/ NEMS oppure per un'elica di una petroliera o girante da centrale idroelettrica.
- L'accuratezza dimensionale può essere raggiunta tramite processi di lavorazione all'utensile e finitura (costosi + spreco materiale).
- Attualmente si arriva fino alle tecniche di lavorazione ultraprecise. Esistono sistemi a fasci atomici in microscopi elettronici per riparare chip o circuiti nano.

Considerazioni sui costi

- Nella scelta dei processi i costi sono di fondamentale importanza. In genere bisogna cercare di ridurre il più possibile l'uso di utensili e stampi.
- Gli stampi possono essere molto costosi (es. 2 milioni di dollari per uno stampo da paraurti d'auto).
- Gli utensili pure sono costosi ed inoltre le lavorazioni all'utensile sono più lente e quindi economicamente svantaggiate.
- Processi che danno numero di parti ridotte portano ad una riduzione dei costi.
- Inoltre bisogna considerare la disponibilità dei macchinari per certe lavorazioni, nonché la disponibilità di personale adeguato (es. saldature o lavorazioni alta tecnologia).
- Infine, processi ambientalmente sicuri costano meno.

Processi “near net shape”

- Con l'uso di materiali più sofisticati e costosi, risultano sempre più vantaggiosi i processi “near net shape”
- In tali processi, si cerca di ottenere dei pezzi per formatura o colata che richiedano poi la minor lavorazione per asportazione di truciolo o finitura possibile.
- Tipici esempi sono:
 - colate di precisione (colate a cera persa etc.)
 - forgiatura a caldo e isostatiche
 - metallurgia delle polveri (PM)
 - stampaggio ad iniezione (polimeri)

Introduzione, parte 2

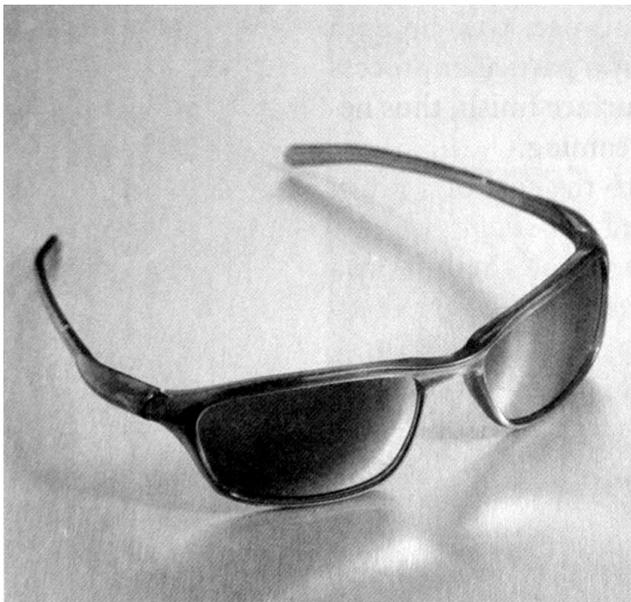
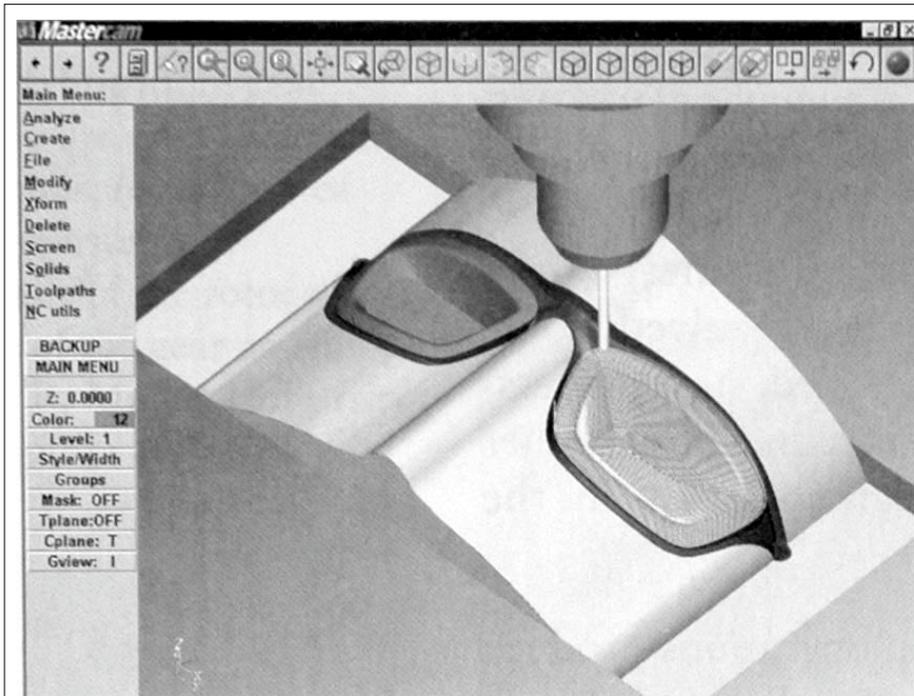
- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- **Produzione integrata al computer (CIM)**
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Computer-Integrated Manufacturing (CIM)

- I computer nel campo produttivo vengono usati per:
 - controllo del processo produttivo
 - movimentazioni e lavorazioni dei materiali
 - controllo assemblaggio
 - ispezione pezzi e test dei prodotti
 - controllo inventario
 - varie attività di management

Computer-Integrated Manufacturing (CIM)

- I principali vantaggi del CIM sono:
 - rendono il processo flessibile in risposta a rapidi cambi del mercato e modifiche del prodotto;
 - uso migliore delle risorse con notevoli benefici e riduzioni di inventario;
 - controllo migliore dell'intero ciclo produttivo;
 - produzione di alta qualità a basso costo.



- La progettazione viene fatta al computer e la lavorazione simulata nei dettagli
- Viene prodotto lo stampo tramite una macchina a controllo numerico controllata dal computer
- Il prodotto finale prodotto per stampaggio tramite lo stampo

Applicazioni del CIM

- Controllo numerico al calcolatore (CNC): controllo del movimento della macchina da lavorazione.
- Controllo Adattivo (AC): il computer può aggiustare i parametri di produzione per un'ottimizzazione costante della produzione. Monitora alcune variabili di processo e adatta la lavorazione.
- Robot Industriali: sono in uso ormai diffuso, simulano i movimenti umani in operazioni ripetitive. Il controllo al computer permette un'alta flessibilità.
- Movimentazione materiali: tramite computer si può conoscere l'inventario, il progredire della produzione e controllare i movimenti e la distribuzione dei materiali.

Applicazioni del CIM

- Sistemi di assemblaggio automatici: rimpiazzano l'operatore umano in operazioni lente e ripetitive. Aumenta l'affidabilità del prodotto, richiede però una progettazione adeguata.
- Computer-Aided Process Planning (CAPP): controllo e management dell'intero processo ottimizzando i vari stadi di produzione tramite pianificazione al calcolatore. Rapida, può essere modificata in tempo reale seguendo i cambiamenti che si verificano.
- Group Technologies (GT): parti di produzione vengono raggruppate in famiglie per similarità e standardizzate per una semplificazione del processo produttivo.

Applicazioni del CIM

- Produzione Just-in-Time (JIT): scorte di magazzino ridotte al minimo e produzione del numero di pezzi giusto necessario a soddisfare la domanda. Produzione flessibile in termini numerici. Costi magazzino ridotti.
- Produzione cellulare: la produzione è organizzata in celle di produzione composte da un robot centrale che controlla una serie di macchine ognuna adibita ad una funzione differente.
- Sistema di Produzione Flessibile (FMS): le celle di produzione sono integrate e controllate a loro volta da un computer centrale. Questo permette di ottimizzare al massimo la produttività ed efficienza con un alto grado di flessibilità. Permette rapidi cambi di produzione.

Applicazioni del CIM

- Sistemi esperti (Expert Systems): programmi al calcolatore molto sofisticati in grado di fornire soluzioni e decisioni in risposta a una serie di parametri. In genere simulano il processo e/o posseggono dei database.
- Intelligenza Artificiale (AI): rispetto al precedente in questo caso viene simulato non il processo, ma il sistema di apprendimento umano. Ad esempio reti neurali a cui vengono forniti diversi casi con le rispettive soluzioni in modo che possano poi a loro volta fornire una soluzione ad una richiesta lavorando per analogie.

Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- **Controllo qualità**
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Controllo qualità

- Il metodo classico consiste nell'ispezione dei singoli pezzi
- Non si può ispezionare un prodotto dopo che è stato prodotto => la qualità deve essere costruita nel prodotto
- Bisogna ricordare che si controllano i processi e non i prodotti, quindi bisogna ottimizzare i processi per avere qualità nei prodotti.
- Alta qualità non implica costo elevato. L'integrità del prodotto è definita da:
 - adeguatezza al suo scopo
 - copertura dei bisogni del mercato
 - funzionamento affidabile nella sua vita utile
 - manutenzione facile o ridotta

Qualità Totale

- Total Quality Management (TQM): utilizzano sistemi statistici per monitorare parti di processo ed individuare rapidamente eventuali problemi di qualità. Prevenire i difetti invece che identificarli nel prodotto finale.
- Design of Experiments: tecnica di simulazione delle interazioni tra vari processi. Ad esempio l'effetto di piccoli cambiamenti dimensionali sul prodotto finale e le azioni correttive.
- Attualmente esistono le ISO 9000 che certificano i processi produttivi (non i prodotti). Ossia che un'industria esegue delle pratiche conformi al proprio sistema di qualità.

Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- **Funzionalità del prodotto**
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Funzionalità del prodotto

- E' importante che il prodotto sia realizzato e le sue funzioni documentate in modo da non dover/poter arrecare danno al cliente finale.
- E' responsabilità di chi produce che il prodotto sia funzionale al suo uso, ripondente alle normative e sicuro di per se e nel suo uso.
- L'aspetto è delicato e dipende dalle varie normative nazionali. In Europa abbiamo le certificazioni CE, ma spesso non sono sufficienti per nuovi prodotti.
- Bisogna prestare attenzione anche agli aspetti ergonomici e fattori umani compresa la facilità d'uso.

Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- **Costi di produzione**
- Tendenze nuove nella produzione
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Costi di produzione

- I costi di produzione si aggirano in media sul 40% del prezzo finale di un prodotto.
- Diversi aspetti vi influiscono, attualmente sono molto importanti in un mercato competitivo internazionale (Global competitiveness).
- Il mercato è anche globale e i bisogni della clientela si stanno uniformando globalmente (world-class manufacturing)
- Questo richiede da parte dei produttori l'uso di benchmark nelle proprie operazioni per capire la propria posizione a livello di competizione globale.

Costi di produzione

- Importante è seguire i concetti di Lean Production (produzione minimale) per continuare a migliorare l'efficienza e produttività (aumentando il profitto). Lean production punta a:
 - mantenere solo le operazioni e managers essenziali
 - efficienza dei macchinari e sistemi a parità di qualità
 - analisi della quantità di personale per ogni operazione
 - ridurre i costi di ogni singola attività
 - zero scarti di ogni tipo (zero-base waste)
- Un'altro trend da seguire è la produzione flessibile utilizzando il più possibile sistemi di produzione basati su macchine robotizzate e riconfigurabili. Questo permette di modificare in tempi brevi il sistema produttivo e il prodotto finale per seguire gli sviluppi del mercato.

Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- **Tendenze nuove nella produzione**
- Responsabilità degli ingegneri di processo

Tendenze nuove nella produzione

- Materiali (trend):
 - controllo maggiore (purezze, difetti, inclusioni)
 - nuovi materiali: superconduttori, semi-, nanomateriali, nanopolveri, leghe amorfe, SMA (leghe a memoria di forma), rivestimenti, materiali non metallici etc.
 - miglior riciclo e miglioramento resistenze-rigidezze per unità di densità.
- Processi e sistemi:
 - sviluppo continuo nell'uso dei computer e sistemi computerizzati in tutte le fasi del processo, dai controlli della lavorazione alle ispezioni. Per migliorare produzione flessibile, cellulare e adattiva.
 - Simulazioni e modellazioni al computer nella progettazione e nell'ottimizzazione dei processi

Introduzione, parte 2

- Selezione dei Materiali
- Selezione dei processi di lavorazione
- Produzione integrata al computer (CIM)
- Controllo qualità
- Funzionalità del prodotto
- Costi di produzione
- Tendenze nuove nella produzione
- **Responsabilità degli ingegneri di processo**

Responsabilità ingegneri di processo

- Selezionare e pianificare il processo produttivo (conoscere il prodotto, le sue performance, gli standards, le specifiche)
- Scegliere le macchine, gli utensili, il personale e tutto quello che serve alla produzione pianificata
- Interagire con i progettisti per ottimizzare la produzione e ridurre i costi
- Interagire con gli altri ingegneri industriali nella pianificazione dell'industria, della disposizione dei macchinari, sistemi di movimentazione materiali, analisi della produzione, tempi e manutenzione.

Sommario finale: manufacturing

- Il processo produttivo converte materie prime in prodotti
- La progettazione deve essere parte integrante del processo produttivo
- Bisogna progettare e produrre nel rispetto dell'ambiente
- Bisogna selezionare i materiali adatti e i migliori processi di lavorazione da tutti quelli disponibili
- CIM (computer-integrated manufacturing) usa i computers in tutte le fasi del processo, dalla progettazione al controllo qualità
- La qualità va costruita con il prodotto in tutto il processo e non controllata alla fine

Sommario finale: manufacturing

- I fattori umani, l'ergonomia e la funzionalità del prodotto al suo utilizzo sono fondamentali nella progettazione e produzione
- L'efficienza e flessibilità dell'intera organizzazione va perseguita attraverso i concetti di produzione minimale e produzione flessibile nell'ottica della competizione globale.
- Bisogna seguire con attenzione le tendenze future, i nuovi materiali e processi, l'integrazione e uso dei computers.
- Gli ingegneri di processo cooperano con tutte le altre figure professionali nella responsabilità e riuscita del sistema.